

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 723 208

②1 N° d'enregistrement national :

86 08721

⑤1 Int Cl⁶ : G 01 S 3/78, 5/16

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 17.06.86.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 02.02.96 Bulletin 96/05.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés : DIVISION DEMANDÉE LE 20/12/94
BENEFICIAIRE DE LA DATE DE DÉPÔT DU
29/07/94 DE LA DEMANDE INITIALE N° 94 09442
(ARTICLE L.612-4) DU CODE DE LA PROPRIÉTÉ
INTELLECTUELLE

⑦1 Demandeur(s) : THOMSON CSF SOCIÉTÉ
ANONYME — FR.

⑦2 Inventeur(s) : BOUVIER SYLVAIN et DE MONTLEAU
XAVIER.

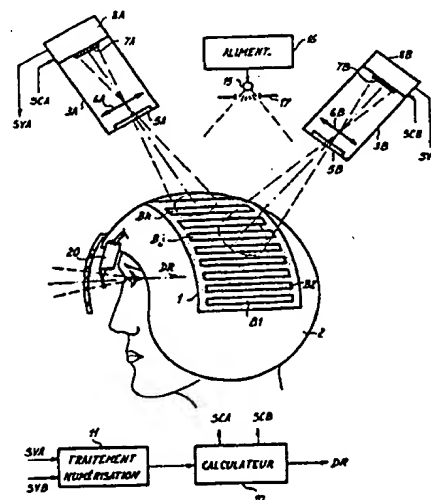
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire :

⑤4 SYSTÈME DE REPERAGE SPATIAL D'UNE DIRECTION LIÉE A UN CORPS MOBILE PAR RAPPORT A UNE
STRUCTURE, UTILISABLE NOTAMMENT POUR UN VISEUR DE CASQUE.

⑤7 Système permettant un repérage spatial précis d'une
direction liée à un corps mobile.

Il utilise un seul ou deux capteurs (3A, 3B) à matrice so-
lide (7A, 7B) en dispositif à transfert de charges. Ces cap-
teurs sont portés par la structure et formés avantageuse-
ment par des caméras miniatures. Le corps mobile porte
des bandes émettrices disposées parallèlement à la direc-
tion (DR) à repérer, ces bandes étant en matériau fluores-
cent ou rétro réfléchissant. Dans ce dernier cas une source
émettrice (15) est utilisée pour les illuminer. Le repérage
est basé sur le fait que l'analyse de l'image des bandes sur
les capteurs permet de définir au moins deux plans sécants
chacun d'eux passant par une bande image quelconque et
le centre de l'optique associée correspondante et que leur
droite d'intersection est obligatoirement un parallèle à la di-
rection à repérer.



FR 2 723 208 - A1



SYSTEME DE REPERAGE SPATIAL D'UNE DIRECTION
LIEE A UN CORPS MOBILE PAR RAPPORT A UNE STRUCTURE,
UTILISABLE NOTAMMENT POUR UN VISEUR DE CASQUE

La présente invention concerne un système de repérage spatial d'une direction liée à un corps mobile par rapport à une structure. Un tel système permet de déterminer l'orientation relative du corps mobile par rapport à une structure environnante ce qui est le cas notamment pour l'application plus particulièrement envisagée dans le domaine aéronautique où le corps mobile est constitué par le casque du pilote équipé d'un viseur et la structure constituée par le cockpit.

Les systèmes de ce genre sont réalisés de diverses façons qui se répartissent suivant deux grandes catégories, les solutions optiques et les solutions magnétiques. L'objet de l'invention se rapporte à une solution de type optique. Une telle solution peut être constituée avec un groupement de diodes électroluminescentes montées sur le casque, un ou plusieurs capteurs montés sur le cockpit et un calculateur annexe qui traite les signaux détectés pour mesurer la direction de référence liée au casque. Une alimentation successive séquentielle des diodes est produite à partir du calculateur. Les capteurs sont montés fixes dans l'avion et le calculateur peut donner à tout moment la position spatiale d'une direction définie liée au casque, cette direction de référence étant de préférence choisie correspondant à la direction de visée du pilote. Une solution de ce genre est décrite notamment dans le brevet français 2 399 033. Le capteur est constitué au moyen d'un dispositif détecteur formé de préférence de trois sous-ensembles comportant chacun un réseau linéaire d'éléments photosensibles couplé à un dioptré cylindrique de direction perpendiculaire pour déterminer trois plans passant par la source lumineuse émettrice et produire, par un calcul annexe, la localisation spatiale correspondante de cette source, puis celle du

triangle formée par un ensemble de trois sources et consécutivement, déterminer la direction à repérer.

Un inconvénient important présenté par ces dispositifs réside dans le fait que le rendement optique est très faible, étant donné que la fente associée au dioptré cylindrique a environ 150 microns de large et que l'énergie lumineuse transmise par la source électroluminescente à travers cette optique et cette fente et parvenant à un élément ou quelques éléments de la barrette détectrice reste très limitée.

Suivant une autre solution connue décrite dans le brevet français 2 433 760, le casque renvoie un rayonnement par réflexion et ce rayonnement aboutit sur une matrice d'éléments en X,Y commandée électriquement par un circuit de commande et par un circuit de calcul pour faire passer les éléments de l'état opaque à l'état transparent selon un programme de sélection prédéterminé. Un photodétecteur unique en aval de la matrice alimente le circuit de calcul qui fournit l'écartométrie angulaire du dispositif rétro-rélecteur. Plusieurs rétro-rélecteurs sont prévus pour jouer le rôle des diodes et déterminer ainsi une direction liée au casque. Suivant cette solution la matrice à commande électrique peut être réalisée en cristaux liquides de type nématique ou par un dispositif obturateur optoélectrique à base de céramiques PLZT. Une telle solution s'avère complexe, sa mise en place délicate et son exploitation requiert une certaine durée pour explorer la matrice élément par élément.

Le but de l'invention est de réaliser un système de repérage spatial de direction qui permet de remédier aux inconvénients des solutions précitées en utilisant des structures détectrices matricielles en circuit solide.

Suivant l'invention il est proposé de réaliser un système de repérage spatial d'une direction liée à un corps mobile par rapport à une structure, à l'aide de moyens d'émission portés par le corps et de moyens de détection optoélectriques portés par la structure pour définir par analyse des signaux détectés et un calcul des plans

5 sécants et par les droites d'intersection de ces plans la direction à
repérer, caractérisé en ce que les moyens détecteurs sont constitués
par au moins un capteur à matrice solide en dispositif à transfert de
charges associée à une optique de focalisation, les moyens d'émis-
sion étant formés d'un réseau de bandes émettrices parallèles
séparées par des intervalles opaques et disposées sur le corps
parallèlement à la direction à repérer, en sorte que l'image des
bandes sur les moyens détecteurs est analysée pour définir au moins
deux plans sécants, chacun avec une bande image quelconque et le
10 centre de l'optique associée correspondante, et leur droite d'inter-
section qui est parallèle à la direction à repérer.

Les particularités et avantages de l'invention apparaîtront
dans la description qui suit donnée à titre d'exemple, à l'aide des
figures annexées qui représentent :

- 15 - Fig.1, un schéma des moyens d'émission réalisée sous forme de
bandes fluorescentes ou rétro réfléchissantes ;
- Fig.2, un premier exemple de réalisation d'un système de repérage
conforme à l'invention, utilisant deux caméras de prise de vue ;
- Fig.3, un schéma illustrant le procédé mis en oeuvre dans le
20 système selon la figure 2 ;
- Fig.4, un schéma illustrant le procédé mis en oeuvre dans un
système conforme à l'invention mais n'utilisant qu'une seule caméra
de prise de vues ;
- Fig.5, un schéma partiel de l'image d'une bande sur un capteur
matriciel montrant la sensibilité présentée par le système pour la
25 mesure ;
- Fig.6, un schéma d'une variante de réalisation du motif
des bandes pour mesurer le roulis de l'objet mobile autour de
la direction à repérer.

30 La figure 1 représente un motif géométrique constitué de
bandes émettrices B1, B2, Bj ... etc de lumière parallèles à
une direction de référence DR à repérer. Ces bandes peuvent être
des bandes réfléchissantes en un matériau fluorescent ou rétro-
réfléchissant. On sait produire aisément ces éléments sous forme de
35 bande collable ou de peinture. Les intervalles de séparation des

bandes émettrices sont opaques ; ils peuvent être réalisés par la pièce support 1 peinte avec une peinture noire mate, par exemple. Le support 1 des bandes peut être un plan ou une surface courbe comme représentée à titre d'exemple par une portion latérale d'un cylindre. La source émettrice de lumière dans le cas de bandes fluorescentes est constituée par l'éclairage ambiant. Dans le cas de bandes rétroréfléchissantes, on utilise une source lumineuse dont le champ d'illumination couvre la surface du motif à illuminer ; cette source est située à proximité des organes détecteurs optoélectriques.

La figure 2 montre un exemple de réalisation du système de repérage appliqué à un viseur de casque, étant entendu que le repérage des directions n'est pas limité à ce cas. Dans cet exemple les moyens d'émission détaillés à la figure 1 sont portés par le casque 2 du pilote qui constitue un corps mobile par rapport à la structure environnante qui est le cockpit de l'avion. La structure environnante est équipée de deux capteurs optoélectriques 3A, 3B qui sont du type à détecteur solide matriciel réalisé avec des dispositifs à transfert de charges dits DTC. Dans cette première version les deux capteurs peuvent consister en deux caméras miniatures standards 3A et 3B, chacune des caméras comportant un moyen de filtrage optique 5 par exemple un filtre interférentiel, un objectif optique 6 et la matrice détectrice 7 laquelle est suivie des circuits de balayage et de lecture 8. Ces circuits peuvent être commandés à distance à partir d'un calculateur annexe 10 qui élabore les signaux de commande correspondants SC. Les signaux vidéo SV détectés (respectivement SVA et SVB) sont traités dans des circuits 11 et transmis au calculateur 10 sous forme numérique pour effectuer les calculs de la direction DR. Les caméras sont orientées en direction du casque de manière à ce que le volume spatial prévu de déplacement de la tête du pilote reste dans le champ de la caméra pour que celle-ci voit toujours une petite partie du motif géométrique constitué des bandes émettrices. Le volume de débattement de la tête du pilote étant limité ainsi que le champ optique

couvert par la caméra, on peut en déduire les dimensions à produire pour le motif compte tenu également de la distance d'éloignement assez faible présentée entre ce motif et les caméras de détection. Dans le cas de bandes rétro réfléchissantes le dispositif comporte en outre une source 15, par exemple une diode électroluminescente qui émet dans le spectre infrarouge. Cette source est alimentée par un circuit 16 et associée à un diaphragme 17 pour illuminer un champ englobant le volume de débattement du casque.

La figure 3 montre le fonctionnement de ce montage. Les matrices 7A et 7B, ainsi que les objectifs associés 6A et 6B, sont solidaires de la structure qui est référencée par le trièdre XA, YA, ZA. Les bandes B1, B2, etc... sont portées par le corps 2 référencé par le trièdre XC, YC, ZC, du corps mobile par rapport à la structure. L'image des bandes sur les capteurs forment un réseau de droites généralement concourantes (exceptionnellement parallèles si l'axe optique est perpendiculaire à la direction DR). Si l'on considère l'image d'une quelconque des bandes sur chacun des capteurs, cette image de bande détermine avec le centre OA ou OB de l'optique associée un plan qui va passer nécessairement par la bande émettrice B_j ou B_k correspondante. Or, ces bandes étant parallèles l'intersection de ces deux plans PA et PB est nécessairement une droite parallèle à la direction de référence cherchée DR. La position des capteurs par rapport au trièdre de référence de la structure est connue ainsi que la distance D entre les centres C1 et C2 de ces capteurs. On connaît également la distance focale f entre le capteur et le centre OA, OB de l'objectif associé. En conséquence, le calculateur peut aisément déterminer chacun des plans PA et PB par rapport au référentiel XA YA ZA et en déduire la direction de la droite d'intersection DR, cette droite pouvant correspondre comme le montre la figure 2 à la direction normale de visée du pilote.

La figure 4, montre le schéma de fonctionnement dans une conception simplifiée mais moins précise où l'on n'utilise plus qu'une seule caméra DTC pour déterminer la direction DR à repérer. Sur la matrice 7 l'image des bandes forme un réseau de droites concourant

en un point I. On considère deux quelconques des bandes émettrices, B_k et B_j , qui forment chacune avec son image un plan passant par le centre O de l'objectif associé. Ces deux plans PA et PB passent nécessairement par le point d'intersection I qui représente l'image
5 du point d'intersection des bandes B_k et B_j qui est un point rejeté à l'infini. On en déduit que la droite d'intersection IO de ces plans correspond à la direction de référence DR à repérer. Le calculateur IO, comme précédemment, détermine les plans PA et PB, ainsi que le point d'intersection I des images de bandes (ce point est dans
10 le plan du capteur) et il en déduit aisément la droite d'intersection IO représentant la direction DR.

La figure 5, met en valeur, suivant un schéma de détail la précision apportée par les solutions décrites. Cette précision est importante compte tenu qu'une image de bande IB_j peut couvrir
15 plusieurs pixels suivant la direction XL des balayage ligne ce qui permet une détermination précise de la direction centrale DB_j de l'image de bande IB_j par moyennisation des valeurs détectées.

Ainsi, le système proposé permet de déterminer une direction dans l'espace par rapport à un référentiel donné et s'applique
20 notamment à la mesure de l'orientation de la ligne de visée d'un pilote par rapport au référentiel avion. Elle utilise une ou deux caméras de type standard ; un motif géométrique de réalisation aisée et qui présente de multiples avantages en particulier un poids et un volume négligeables. Dans l'application viseur de casque un
25 réticule collimaté par un dispositif collimateur 20 (Fig.2) symbolise la direction de visée DR qui est à mesurer. Le motif géométrique 1 est disposé sur le casque, soit directement si la surface s'y prête pour obtenir une configuration de bandes parallèles; ou par l'intermédiaire d'un support du type représenté à la figure 1 si la planalité
30 longitudinale suivant la direction des bandes n'est pas suffisamment respectée par la surface du casque.

La réalisation du motif géométrique est particulièrement aisée si le corps mobile comporte une surface plane, ou une surface

formée par le déplacement d'une génératrice parallèlement à elle-même, par exemple une surface cylindrique. On peut alors coller directement des bandes fluorescentes ou rétro réfléchissantes parallèles entre elles en ayant soin de rendre opaque les intervalles de séparation entre ces bandes.

5 Parmi les variantes de réalisations possibles, pour tenir compte du roulis de tête on utilise un premier motif M1 tel que décrit qui est orienté selon l'axe de référence DR et un deuxième motif M2 orienté orthogonalement au premier comme représenté sur
10 la figure 6. Cette configuration peut être unique ou de plus petite dimension et répétée plusieurs fois sous forme d'un damier sur un support 1 plan. Le procédé de repérage permet de définir l'orientation DR et celle perpendiculaire DR_{\bigcirc} du motif M2. Le calculateur peut en déduire le roulis autour de la direction DR. Les mesures
15 simultanées du site gisement par DR et roulis de tête par DR_{\bigcirc} imposent que ces deux motifs restent présents dans le champ de la caméra, ou de chacune des caméras. Avec cette obligation, le champ CH couvert par la caméra devra être plus important que si l'on ne tient pas compte du roulis. L'orientation des deux motifs ortho-
20 gonaux sur le casque peut être quelconque. Par construction on connaît la direction de visée dans le repère XC YC ZC lié au corps mobile 2 et l'on sait que cette direction correspond à celle de l'un des motifs et est orthogonale à la direction du deuxième motif.

25 La deuxième version indiquée à une caméra est plus économique ; on notera cependant que la première solution décrite à deux caméras est plus précise et qu'elle peut être exploitée également suivant le deuxième procédé (Fig.4) pour chacune des caméras ce qui permet une redondance des calculs et une mesure encore plus précise et plus fiable.

30

REVEN DICATIONS

1. Système de repérage spatial d'une direction liée à un corps mobile par rapport à une structure, à l'aide de moyens d'émission portés par le corps et de moyens de détection optoélectriques portés par la structure pour définir par analyse des signaux détectés et un calcul des plans sécants et par les droites d'intersection de ces plans la direction à repérer, caractérisé en ce que les moyens détecteurs sont constitués par au moins un capteur (3A,3B) à matrice solide en dispositif à transfert de charges (7A,7B) associée à une optique de focalisation (6A,6B), les moyens d'émission (1) étant formés d'un réseau de bandes émettrices parallèles (B1,B2) séparées par des intervalles opaques et disposées sur le corps parallèlement à la direction (DR) à repérer, en sorte que l'image des bandes sur les moyens détecteurs est analysée pour définir au moins deux plans sécants (PA,PB), chacun avec une bande image quelconque (Bj,Bk) et le centre de l'optique associée correspondante (O1,OB), et leur droite d'intersection qui est parallèle à la direction à repérer.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que les bandes sont en matériau fluorescent.

3. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que les bandes sont en matériau rétro réfléchissant et que les moyens d'émission comportent en outre une source émettrice (15) qui émet en direction des bandes.

4. Système selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que les bandes sont collées sur un support dont la surface est constituée par le déplacement d'une génératrice, les bandes étant parallèles à cette direction.

5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que les intervalles opaques sont réalisés avec une peinture noire mate.

6. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte deux capteurs matriciels (7A,7B) constitués par des caméras à matrices DTC.

7. Système selon l'ensemble des revendications 3 et 6, caractérisé en ce que les caméras sont équipées de moyens de filtrage optique (5A,5B) dans une bande de longueur d'onde correspondant au rayonnement émis par la source émettrice.

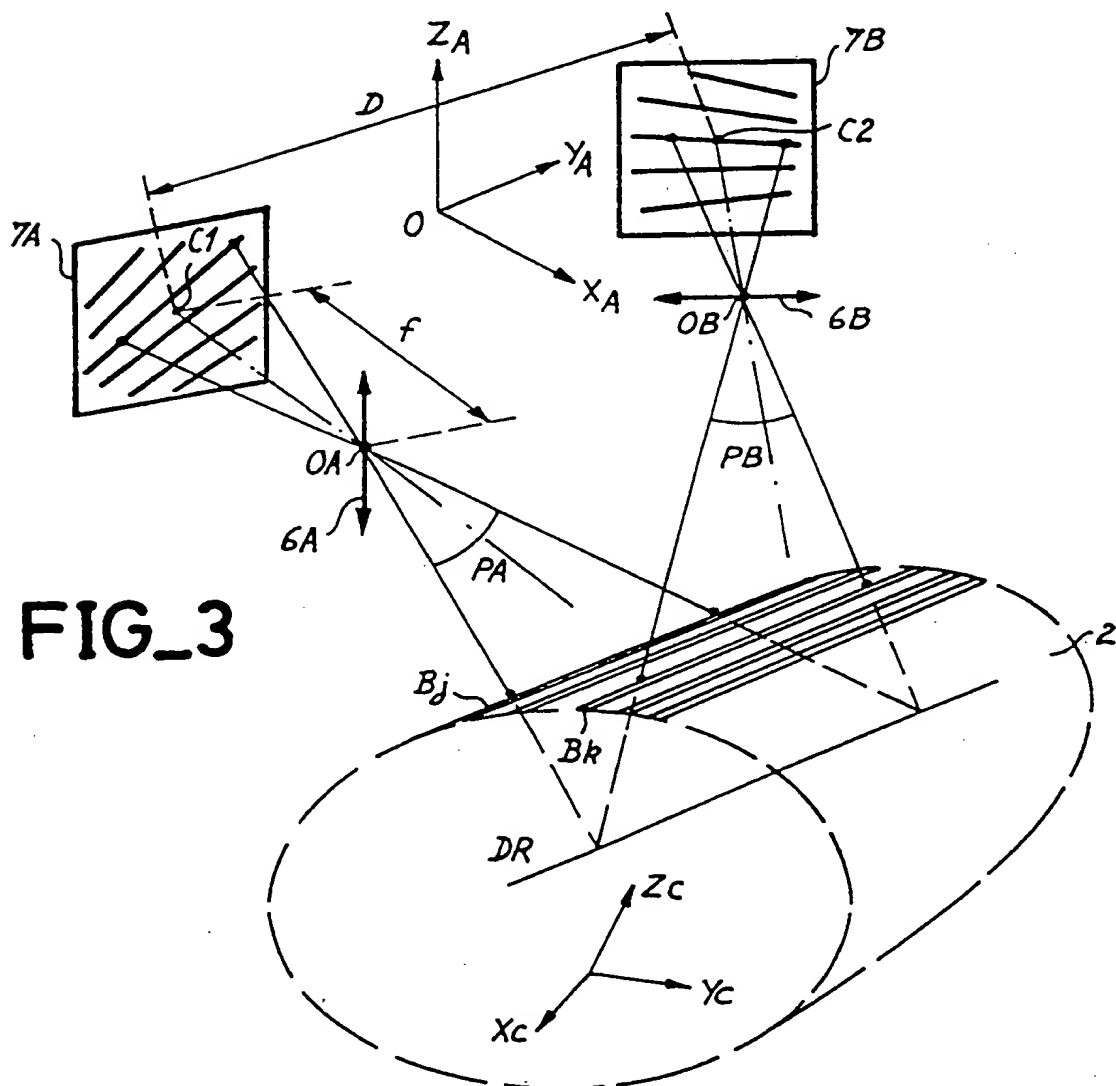
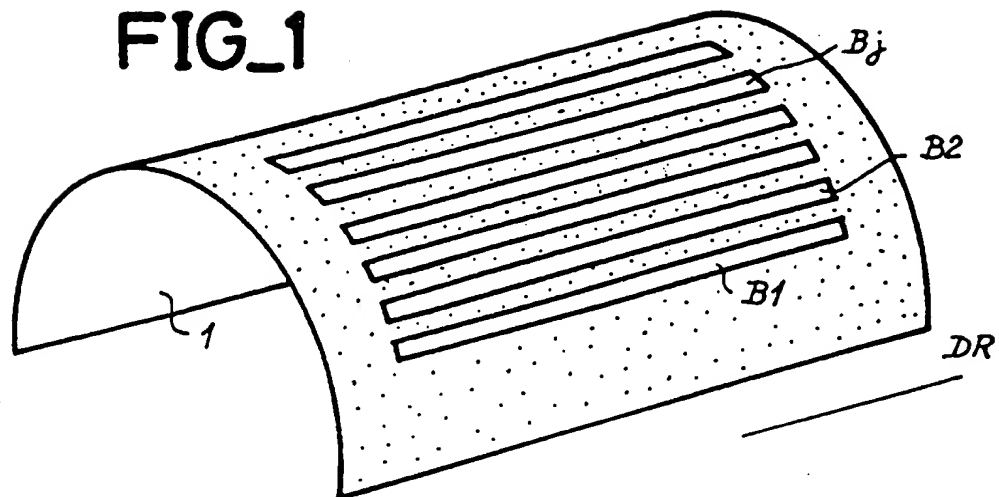
5 8. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que le rayonnement se situe dans l'infrarouge.

9. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, utilisées pour un viseur de casque à bord d'un avion, caractérisé en ce que les moyens détecteurs sont montés sur la structure avion (XA,YA,ZA) et les bandes sont disposées sur la
10 casque (2) du pilote.

10. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les bandes sont disposées directement sur le corps mobile (2) dans la mesure où celui-ci présente une surface plane ou une surface résultant du déplacement d'une génératrice
15 parallèlement à elle-même.

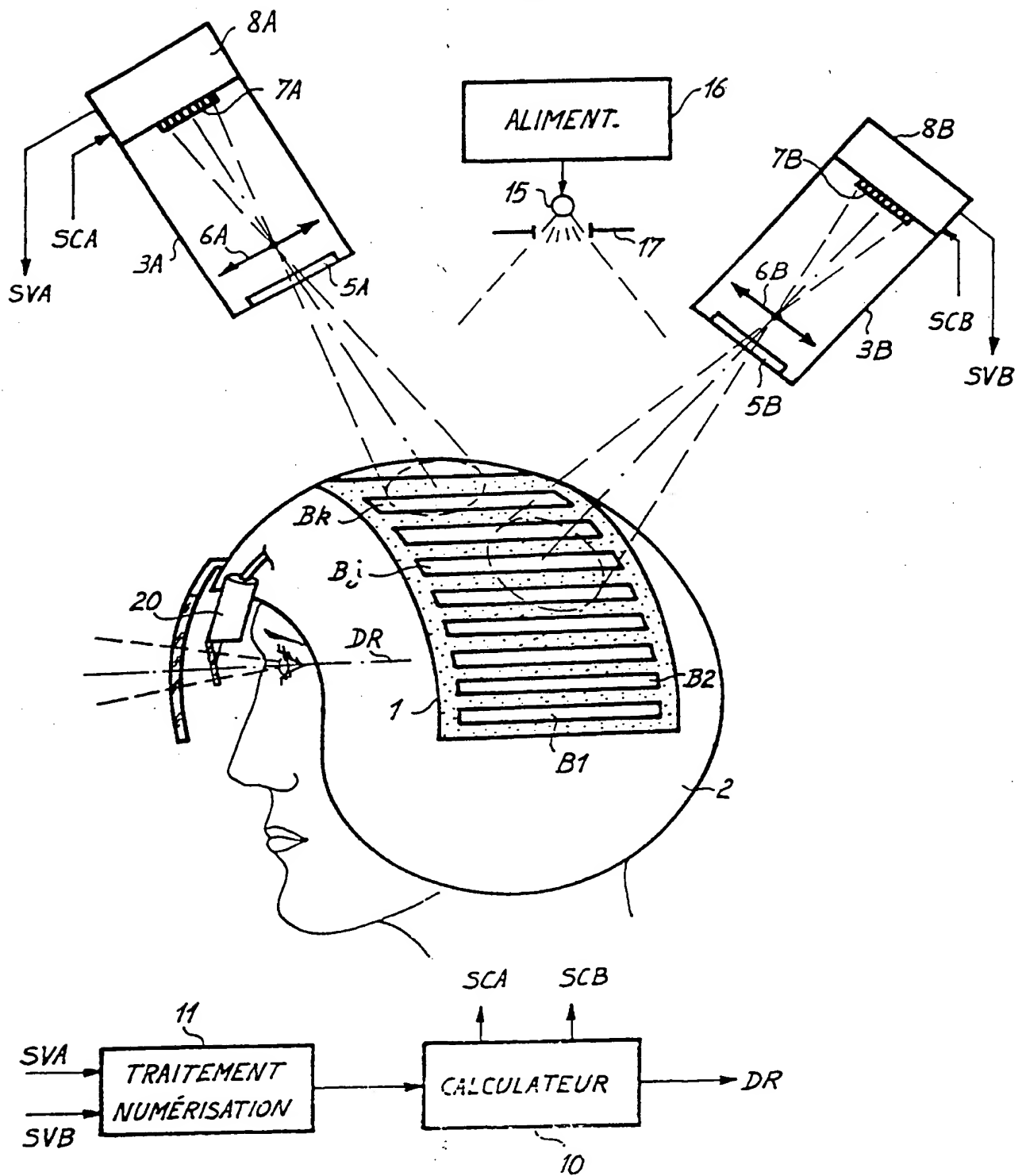
1/3

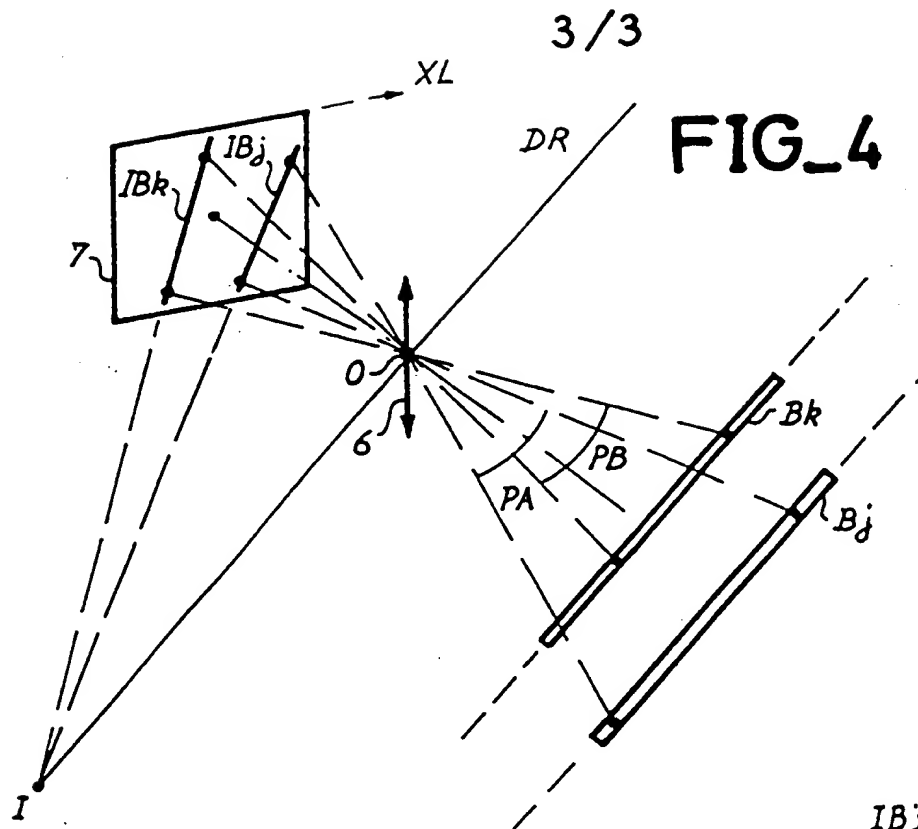
FIG_1



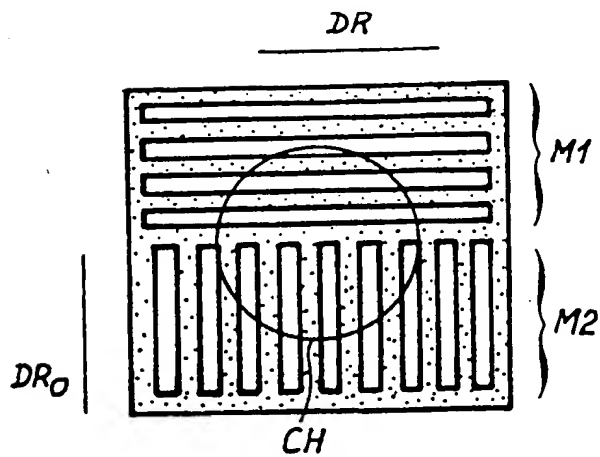
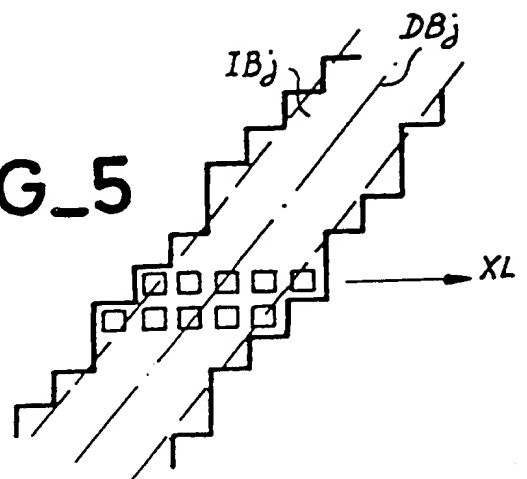
2/3

FIG. 2





FIG_5



THIS PAGE IS BLANK